

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



REC'D 18 AUG 2004

WIPO PCT

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:**

103 35 197.3

**Anmeldetag:**

30. Juli 2003

**Anmelder/Inhaber:**

Kermi GmbH, 94447 Plattling/DE

**Bezeichnung:**

Kühlvorrichtung für ein elektronisches Bauelement,  
insbesondere für einen Mikroprozessor

**IPC:**

H 05 K 7/20

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

BEST AVAILABLE COPY

München, den 22. Juli 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Letang

21.312



19

### Zusammenfassung

5 Die Erfindung betrifft eine Kühlvorrichtung (1) für ein elektronisches Bauelement (3), insbesondere für einen Mikroprozessor, mit einem Kühlkörper (7, 9), welcher derart mit dem zu kühlenden elektronischen Bauelement (3) verbindbar ist, dass die von dem elektronischen Bauelement (3) erzeugte Verlustwärme über eine thermischen Schnittstelle des elektronischen Bauelements (3) auf den Kühlkörper (7, 9) übergeht und abtransportiert wird. Erfindungsgemäß umfasst der Kühlkörper (7, 9) ein erstes Kühlkörperteil (7), welches zur Verbindung mit dem elektronischen Bauelement ausgebildet ist, und ein zweites Kühlkörperteil (9), welches lösbar mit dem ersten Kühlkörperteil (7) derart verbunden ist, dass ein geringer Wärmeübergangswiderstand gegeben ist, wobei  
15 zumindest der überwiegende Teil der Verlustwärme über das zweite Kühlkörperteil (9) an ein Kühlmedium abgegeben wird. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Rack zur Aufnahme mehrerer Elektronikkomponenten, wie Server für Datenverarbeitungsanlagen, wobei auf bzw. in mehreren Elektronikkomponenten wenigstens ein zu kühlendes elektronisches Bauelement (3) angeordnet ist. Die zu kühlenden elektronischen Bauelemente sind jeweils mit einer Kühlvorrichtung (1) nach der Erfindung ausgerüstet,  
20 welche als mit einem flüssigen Medium durchströmte Kühlvorrichtungen ausgebildet ist.

Hauptzeichnung ist Figur 2.

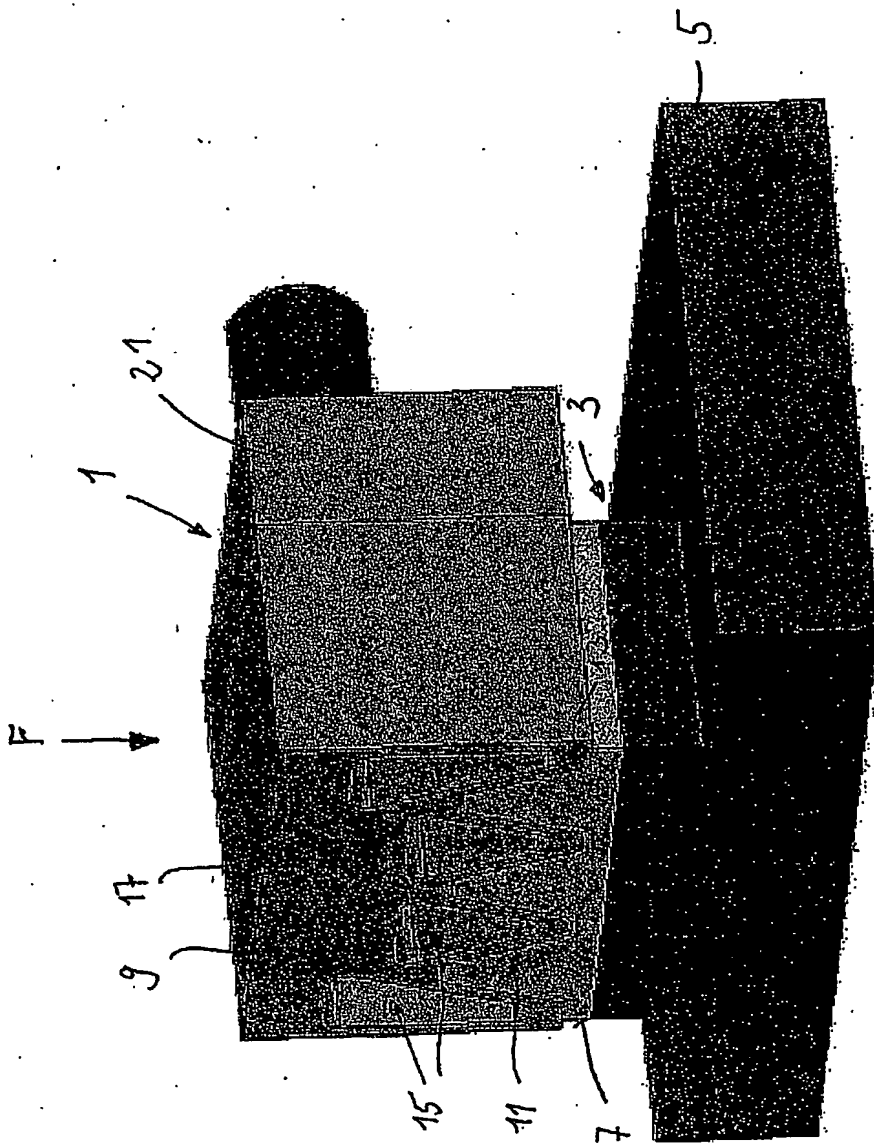


Fig. 2

21.312

### **Kühlvorrichtung für ein elektronisches Bauelement, insbesondere für einen Mikroprozessor**

5 Die Erfindung betrifft eine Kühlvorrichtung für ein elektronisches Bauelement, insbesondere für einen Mikroprozessor, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Rack zur Aufnahme von mehreren Elektronikkomponenten, wie Server für Datenverarbeitungsanlagen, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 8.

10 In größeren elektronischen Datenverarbeitungsanlagen werden die einzelnen Elektronikkomponenten, wie beispielsweise eine Mehrzahl von Servern, in Schränken oder Racks aufgenommen, um eine geordnete Aufstellung und Verkabelung der einzelnen Komponenten zu gewährleisten. Zudem erfolgt in Racks oder Schränken für derartige Elektronikkomponenten eine Klimatisierung, d.h. die von den Komponenten erzeugte Verlustleistung in Form von Wärmeenergie wird mit geeigneten Mitteln abgeführt. Im Folgenden wird der Begriff Rack sowohl für geschlossene Schränke als auch für offene Ge-  
15 stelle verwendet, in die die einzelnen Komponenten aufgenommen sind. Die Verlustleistung wird hauptsächlich von elektronischen Bauelementen der einzelnen Komponenten erzeugt. Bei modernen Datenverarbeitungsanlagen wird dabei der überwiegende Teil der Verlustleistung von Mikroprozessoren erzeugt. Die Verlustleistung eines Prozessors liegt bisher in der Größenordnung von ca. 100 W. Eine Verlustleistung in diesem Bereich wurde mit Prozessorlüftern, d.h. einer Kombination aus einem metallischen Kühlkörper und einem Lüfterbaustein, vom Prozessor in das Innere des Gehäuses  
20 des Servers bzw. der Elektronikkomponente, von dort in das Innere des (vorzugsweise geschlossenen) Racks und anschließend an die das Rack umgebende Raumluft abgeführt. Hinzu kommt die Verlustleistung in Form von Wärme, die von weiteren Baugruppen und Bauteilen der einzelnen Elektronikkomponenten, wie Netzteilen, Laufwerken etc., abgegeben wird, d.h. von einer Vielzahl von einzelnen elektronischen Bauelementen, die für sich genommen zwar eine relativ geringe Verlustleistung abgeben, so  
25  
30

21.312

2

dass sich eine separate Kühlung dieser elektronischen Bauelemente nicht lohnt, wobei sich diese geringe Verlustleistungen jedoch auch auf Werte von 100 bis 150 W und mehr pro Elektronikkomponente aufsummieren können. Zusätzlich zu den Prozessorlüftern sind daher in der Regel zusätzliche Lüfter erforderlich, um die gesamte im Gehäuse der Elektronikkomponente erzeugte Verlustwärme aus diesem abzuführen. Bei 5 Serracks, die bis zu 50 einzelne Server aufnehmen können, ergibt sich somit pro Rack bereits jetzt eine Gesamtverlustleistung von 10 kW bis 12,5 kW.

Für kommende Generationen von Elektronikkomponenten wird eine Steigerung der von 10 einzelnen elektronischen Bauelementen, wie Mikroprozessoren, abgegebenen Wärme- verlustleistung in Bereiche von 150 bis 200 W und mehr erwartet. Dies führt bei einem Rack mit beispielsweise bis zu 50 Servern einschließlich der zusätzlichen Verlustleistung von 100 bis 150 W pro Elektronikkomponente zu einer Gesamtverlustleistung von bis zu 17,5 kW und mehr pro Rack. Derart hohe Verlustleistungen in Form von Ab- 15 wärme lassen sich allein durch das Wärmeträgermedium Luft nicht mehr mit vernünftigen Aufwand beherrschen.

Bei einzelnen Elektronikkomponenten, wie Servern, ist es bekannt, elektronische Bauelemente, insbesondere Mikroprozessoren, die für sich genommen eine hohe Verlustleistung erzeugen, anstatt mit Kombinationen von Kühlkörpern und Lüftern durch mit 20 einem flüssigen Kühlmedium, beispielsweise Wasser, durchströmte Kühlkörper zu kühlen. Somit muss lediglich noch die von den übrigen, nicht einzeln gekühlten Baugruppen und Bauelementen erzeugte Wärmeverlustleistung über das Medium Luft abgeführt werden.

Sowohl bei Kühlvorrichtungen, die aus einem Kühlkörper und einem Lüfter bestehen, als auch bei Kühlvorrichtungen mit von einem flüssigen Wärmeträgermedium durchströmten Kühlkörper besteht das Problem, dass diese möglichst gut wärmeleitend auf dem zu kühlenden elektronischen Bauelement, meist einem Bauelement mit einem 30 Halbleiterchip, befestigt werden müssen. Zur Gewährleistung eines guten Wärmeüber-

gangs wird meist eine Wärmeleitpaste zwischen der thermischen Schnittstelle des Bauelements und dem Kühlkörper verwendet. Zudem ist ein ausreichender Anpressdruck erforderlich. Muss der Kühlkörper abgenommen werden, beispielsweise weil der damit integriert ausgebildete Lüfter defekt ist oder weil im engen Gehäuse der Elektronikkomponente Manipulationen an eng benachbarten Baugruppen oder Bauteilen erforderlich sind, so besteht bei jeder Demontage bzw. Montage des Kühlkörpers unmittelbar auf dem empfindlichen elektronischen Bauteil das Risiko, dieses zu beschädigen bzw. zu zerstören.

Soll eine Elektronikkomponente aus einem Rack herausgezogen und ausgetauscht werden, und wird bei dieser Elektronikkomponente eine an sich bekannte Kühlvorrichtung unter Verwendung eines flüssigen Wärmeträger- bzw. Kühlmediums verwendet, so müssen entweder die Zuführleitungen für das Kühlmedium, vorzugsweise an Kupplungen, getrennt werden, oder es muss die gesamte Kühlvorrichtung von dem zu kühlenden elektronischen Bauelement abgenommen und das Risiko in Kauf genommen werden, dieses zu beschädigen. Bei einem Trennen der Zuführleitungen besteht jedoch ebenfalls ein erhebliches Risiko, diese Elektronikkomponente oder benachbarte Elektronikkomponenten zu beschädigen, wenn auch nur eine geringe Menge des Kühlmediums austritt. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Elektronikkomponente während des Betriebs der übrigen Elektronikkomponenten ausgetauscht werden soll (hot plugging).

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Kühlvorrichtung für ein elektronisches Bauelement, insbesondere für einen Mikroprozessor, zu schaffen, bei welcher der eigentliche Kühlkörper einfach, schnell und ohne das Risiko einer Beschädigung oder Zerstörung des zu kühlenden elektronischen Bauelements montierbar und demontierbar ist. Des Weiteren liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Rack zur Aufnahme mehrerer Elektronikkomponenten, wie Server für Datenverarbeitungsanlagen, unter Verwendung derartiger Kühlvorrichtungen zu schaffen, die von einem flüssigen Wärmeträgermedium gekühlt werden.

21.312

4

Die Erfindung löst diese Aufgaben mit den Merkmalen der Patentansprüche 1 bzw. 8.

Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass mittels eines Kühlkörpers, der ein  
erstes Kühlkörperteil umfasst, welches zur Verbindung mit dem elektronischen Bau-  
element ausgebildet ist, und ein zweites Kühlkörperteil, welches lösbar mit dem ersten  
Kühlkörperteil derart verbunden ist, dass ein geringer Wärmeübergangswiderstand  
gegeben ist, wobei zumindest der überwiegende Teil der Verlustwärme über das zweite  
Kühlkörperteil an ein Kühlmedium abgegeben wird, der Vorteil erreicht wird, dass zur  
erstmaligen Montage der Kühlvorrichtung lediglich das erste Kühlkörperteil einmalig  
mit dem zu kühlenden elektronischen Bauelement thermisch gekoppelt und fixiert wer-  
den muss. Dies kann bereits vom Hersteller der Elektronikkomponente werksseitig  
erfolgen. Darüber hinaus kann das erste Kühlkörperteil auch vom Hersteller des zu  
kühlenden elektronischen Bauelements auf diesem montiert werden. Das erste Kühlkör-  
perteil kann auch integriert mit dem Gehäuse des elektronischen Bauelements ausgebil-  
det sein, insbesondere unlösbar mit diesem verbunden sein.

Der zweite Kühlkörperteil kann dann ohne die Gefahr einer Beschädigung des elektro-  
nischen Bauelements mit dem ersten Kühlkörperteil gut thermisch leitend verbunden  
werden. Das zweite Kühlkörperteil kann dann bedarfsweise wieder problemlos vom  
ersten Kühlkörperteil getrennt werden.

Dieser Vorteil tritt insbesondere, jedoch nicht ausschließlich, bei der Ausbildung der  
Kühlvorrichtung zu Tage, bei der der zweite Kühlkörper als mit von flüssigem Kühlme-  
dium durchströmter Kühlkörper ausgebildet ist. Hierzu weist das zweite Kühlkörperteil  
wenigstens einen Kanal auf, der von einem flüssigen Kühlmedium, beispielsweise Was-  
ser, durchströmt wird. Des Weiteren sind am zweiten Kühlkörperteil ein Zulaufan-  
schluss und ein Rücklaufanschluss vorgesehen, die mit dem wenigstens einen Kanal  
verbunden sind. Soll die Elektronikkomponente, welche das zu kühlende elektronische  
Bauelement umfasst, ausgetauscht werden, so muss nicht mehr zwingend entweder der  
gesamte Kühlkörper (bestehend aus dem ersten und zweiten Kühlkörperteil) demontiert

21.312

5

oder, bei einem Belassen des Kühlkörpers auf dem elektronischen Bauelement, die Zuführleitungen für das Kühlmedium vom Kühlkörper getrennt werden. Vielmehr kann einfach und schnell lediglich das zweite Kühlkörperteil vom ersten Kühlkörperteil getrennt und beispielsweise auf ein weiteres erstes Kühlkörperteil, welches bereits auf dem betreffenden zu kühlenden elektronischen Bauelement einer Austausch-Elektronikkomponente befestigt ist, montiert werden.

Erfindungsgemäß umfasst das erste Kühlkörperteil vorzugsweise eine Kontaktfläche zur thermischen Verbindung mit dem zweiten Kühlkörperteil, welche eine Struktur zur Vergrößerung der Kontaktfläche aufweist, wobei die Kontaktfläche des ersten Kühlkörperteils mit einer komplementär ausgebildeten Kontaktfläche des zweiten Kühlkörperteils zusammenwirkt. Dabei kann die Fläche der thermischen Schnittstelle zwischen dem ersten und zweiten Kühlkörperteil größer sein als die Fläche der thermischen Schnittstelle zwischen dem zu kühlenden elektronischen Bauelement und dem ersten Kühlkörperteil.

Nach einer Ausführungsform der Erfindung können die Strukturen als Rippen mit schrägen, vorzugsweise ebenen Flanken ausgebildet sein und vorzugsweise einen trapezförmigen Querschnitt aufweisen. Eine derartige Struktur weist den Vorteil auf, dass zur Realisierung des zweiten Kühlkörpers einfach, hochgenau und kostengünstig herstellbare Strangprofile verwendet werden können. Zudem kann der Flankenwinkel so gewählt werden, dass bereits durch relativ geringe Anpresskräfte, die auf das zweite Kühlkörperteil in Richtung auf das erste Kühlkörperteil wirken, eine hohe Flächenpressung zwischen den komplementären Strukturen des ersten und zweiten Kühlkörperteils entstehen und somit ein geringer Wärmeübergangswiderstand gewährleistet wird.

Dieser Vorteil kann selbstverständlich nicht nur mit komplementären rippenförmigen Strukturen erreicht werden, sondern ganz allgemein mit Strukturen, die Teilflächen aufweisen, die unter einem geeigneten Winkel gegenüber der Richtung der Anpresskraft geneigt sind, die auf das erste Kühlkörperteil in Richtung auf das zweite Kühlkörperteil



21.312

6

wirkt. Beispielsweise kann eine „Igelstruktur“ verwendet werden, bei der eine Vielzahl von zackenartigen Fortsätzen an der Unterseite des zweiten Kühlkörperteils mit einer entsprechenden komplementären Struktur auf der Oberfläche des ersten Kühlkörperteils zusammenwirkt. Die zackenartigen Fortsätze weisen dabei entsprechend geneigte Außenflächen auf.

Nach einer Ausführungsform der Erfindung können zumindest in Rippen der Kontaktfläche des zweiten Kühlkörperteils Kanäle für das Kühlmedium vorgesehen sein. Hierdurch ergibt sich der Vorteil, dass der oder die Ströme des Kühlmediums nahe an der Oberfläche des zu kühlenden Bauelements liegen.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform kann das zweite Kühlkörperteil im Bereich des Zulaufanschlusses und/oder des Rücklaufanschlusses eine Sammelkammer aufweisen, von der aus sich mehrere Kanäle für das Kühlmedium verzweigen oder in diese münden. Hierdurch wird ein guter Wärmeübergang auf das flüssige Kühlmedium erreicht, da eine größere Oberfläche erreichbar ist, als bei einem einzigen, ggf. im Querschnitt größeren Kanal. Zudem kann der mittlere Bereich des zweiten Kühlkörpers mit einem Strangprofil realisiert werden, welches an gegenüberliegenden Seiten jeweils mit einem die Sammelkammer bildenden und den betreffenden Zulauf- bzw. Rücklaufanschluss aufweisenden Teil verbunden wird.

Das zweite Kühlkörperteil kann in zumindest einer Richtung, bezogen auf die Kontaktfläche, mit dem ersten Kühlkörperteil größere Abmessungen als das erste Kühlkörperteil aufweisen. Hierdurch ergibt sich der Vorteil, dass die Position des ersten Kühlkörperteils gegenüber dem zweiten Kühlkörperteil bei der Montage des zweiten Kühlkörperteils auf dem ersten Kühlkörperteil unkritisch ist. Beispielsweise kann bei einer Ausbildung der die Kontaktfläche erhöhenden Struktur in Form von Rippen das zweite Kühlkörperteil gegenüber dem ersten Kühlkörperteil ohne Weiteres geringfügig verschoben werden.

21.312

7

Des Weiteren kann das zweite Kühlkörperteil so ausgebildet werden, dass mittels des Kühlmitteldurchflusses durch den wenigstens einen Kanal in der Kontaktfläche mit dem ersten Kühlkörperteil eine bezogen auf die Kontaktfläche im Wesentlichen gleichmäßige Wärmeableitung möglich ist. Insbesondere bei Ausbildung mehrerer Kanäle in einem mittleren Bereich des zweiten Kühlkörpers können diese über die gesamte tatsächliche Kontaktfläche mit dem ersten Kühlkörperteil ausgebildet sein. Ggf. vorhandene Sammelkammern an einem oder beiden Enden dieses mittleren Bereichs können dann, bezogen auf die tatsächliche Kontaktfläche, außerhalb dieser liegen.

In einer Ausgestaltung der Erfindung kann das erste Kühlkörperteil als Heatpipe ausgebildet sein. Eine Heatpipe transportiert mittels eines evakuierten Gefäßes, z.B. einem Metallrohr, gerichtet Wärme von einem Punkt zum anderen. Im Metallrohr selbst befindet sich ein relativ geringes Volumen einer Flüssigkeit, die zum überwiegenden Teil aus destilliertem Wasser bestehen kann (der restliche Anteil besteht dann aus speziellen Zutaten, die den Wärmetransport optimieren sollen). Die Flüssigkeit steht unter einem niedrigen Druck, so dass eine Verdampfungstemperatur von zirka 30 Grad Celsius auftritt. Erst wenn der Heatpipe an einem Ende Wärme zugeführt wird, verdampft das Wasser und transportiert die Wärmeenergie sehr verlustarm zum kalten Ende. Dort erfolgt eine Kondensation des Dampfes und entsprechend eine Abgabe der Wärme. Die kondensierte Flüssigkeit läuft wieder in den unteren Bereich des Gefäßes zurück, wodurch der Kreislauf geschlossen ist.

Durch die Ausbildung des ersten Kühlkörperteils als Heatpipe kann die abzuführende Wärme extrem verlustarm an eine Stelle transportiert werden, an der diese mittels des zweiten Kühlkörperteils an das Kühlmedium übergehen und endgültig abgeführt werden kann. Beispielsweise kann so die Schnittstelle zum zweiten Kühlkörperteil bis an eine Stelle außerhalb eines Gehäuses verlagert werden, wobei das betreffende Ende der Heatpipe durch eine Öffnung im Gehäuse ragen kann. Bei einem Austausch der gesamten Komponente muss dann nicht einmal das Gehäuse geöffnet werden. Es ist lediglich erforderlich, das zweite Kühlkörperteil vom ersten Kühlkörperteil zu lösen.

21.312

8

Ein erfindungsgemäßes Rack zur Aufnahme mehrerer Elektronikkomponenten, wie Server für Datenverarbeitungsanlagen, ist zur Kühlung von elektronischen Bauelementen in den einzelnen Elektronikkomponenten ausgebildet, wobei mehrere Kühlvorrichtungen nach der Erfindung mit einem von einem flüssigen Kühlmedium durchströmten zweiten Kühlkörperteil vorgesehen sind. Die zweiten Kühlkörperteile der Kühlvorrichtungen können mit ihren Zulauf- und Rücklaufanschlüssen mit einem oder mehreren zentralen Kühlmittelreservoirs oder einem oder mehreren zentralen Wärmetauschern verbunden sein, über welche dem Kühlmedium Wärme entzogen wird.

Nach einer Ausführungsform können das eine oder die mehreren zentralen Kühlmittelreservoirs oder der eine oder die mehreren zentralen Wärmetauscher im oder am Rack angeordnet sein.

Im Rack kann jedoch auch lediglich ein Leitungssystem vorgesehen sein, welches die Zulaufanschlüsse der Kühlvorrichtungen mit einem oder mehreren zentralen Zulaufanschlüssen des Racks und die Rücklaufanschlüsse der Kühlvorrichtungen mit einem oder mehreren zentralen Rücklaufanschlüssen des Racks verbindet.

Nach einer Ausführungsform ist im Rack wenigstens eine fest im Rack angeordnete, vorzugsweise starre Zulauf-Steigleitung vorgesehen, welche mehrere Anschlüsse für vorzugsweise flexible Verbindungsleitungen von jeweils einem Anschluss zu einem Zulaufanschluss eines zweiten Kühlkörperteils einer Kühlvorrichtung aufweist. In gleicher Weise ist im Rack wenigstens eine fest im Rack angeordnete, vorzugsweise starre Rücklauf-Steigleitung vorgesehen, welche mehrere Anschlüsse für vorzugsweise flexible Verbindungsleitungen von jeweils einem Anschluss zu einem Rücklaufanschluss eines zweiten Kühlkörperteils einer Kühlvorrichtung aufweist.

Weitere Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

21.312

9

Die Erfindung wird nachfolgend anhand einer in der Zeichnung dargestellten Ausführungsform näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung einer Ausführungsform einer Kühlvorrichtung nach der Erfindung unter Verwendung eines flüssigen Kühlmediums;

Fig. 2 eine perspektivische Schnittdarstellung der Ausführungsform in Fig. 1 und

Fig. 3 eine schematische Seitenansicht einer Ausführungsform eines Racks nach der Erfindung für mehrere Elektronikkomponenten mit einem Leitungssystem für das Kühlmedium, welches jeweils einen zentralen Zulauf- und Rücklaufanschluss aufweist.

Fig. 1 zeigt in perspektivischer Ansicht schematisch eine Kühlvorrichtung 1, die auf einem elektronischen Bauelement 3, beispielsweise einem Mikroprozessor, montiert ist. Der Mikroprozessor 3 ist seinerseits auf einer nur angedeuteten Platine 5 angeordnet, auf der selbstverständlich weitere Bauelemente oder Baugruppen vorgesehen sein können. Bei der Platine 5 kann es sich beispielsweise um ein Mainboard eines Servers handeln. Die Kühlvorrichtung 1 umfasst ein erstes Kühlkörperenteil 7 aus einem gut wärmeleitenden Material, beispielsweise Aluminium oder Kupfer, welches unmittelbar mit dem Gehäuse bzw. einer thermischen Schnittstelle des zu kühlenden elektronischen Bauelements thermisch leitend verbunden ist. Dabei kann es sich beispielsweise um eine Wärmeableitplatte (heat spreader) eines Mikroprozessors bzw. des elektronischen Bauelements 3 handeln. Das erste Kühlkörperenteil 7 weist an seiner dem Bauelement 3 abgewandten Seite eine Struktur in Form von Rippen 11 auf, die, wie in Fig. 2 dargestellt, einen trapezförmigen Querschnitt aufweisen können.

Auf dem ersten Kühlkörperenteil 7 ist ein zweites Kühlkörperenteil 9 aus einem gut wärmeleitenden Material, beispielsweise Aluminium oder Kupfer, angeordnet und thermisch gut leitend mit diesem verbunden. Hierzu ist das zweite Kühlkörperenteil 9 an seiner Un-

21.312

10

terseite mit einer komplementär ausgebildeten Struktur in Form von Rippen 13 versehen. In den Rippen 13 verlaufen Kanäle 15 für ein flüssiges, die Kanäle 15 durchströmendes Kühlmedium (nicht dargestellt), welches die vom elektronischen Bauelement 3 in Form von Wärme erzeugte Verlustleistung abtransportiert. Die Anordnung der Kanäle 15 in den Rippen bietet den Vorteil, dass bei entsprechend dünnen Wandungen der Rippen 15 das Kühlmedium nahe der Oberfläche des Bauelements 3 geführt werden kann, insbesondere auch zwischen den Rippen 11 des ersten Kühlkörperteils 7.

Die trapezförmige Ausbildung der Rippen 11 und 13 bieten zudem den Vorteil, dass mit einer geringen Anpresskraft  $F$ , die auf das zweite Kühlkörperteil 9 in Richtung auf das erste Kühlkörperteil 7 wirkt, ein hoher Anpressdruck der Seitenflächen der trapezförmigen Rippen 11 und 13 erzeugt und demzufolge eine gute thermische Kopplung gewährleistet werden kann.

Der die Rippen 13 aufweisende mittlere Bereich 17 des zweiten Kühlkörperteils 9 ist in seiner Ausdehnung (parallel zur Oberfläche des Bauelements 3) wenigstens so groß wie die Ausdehnung der die Rippen 11 aufweisenden Oberfläche des ersten Kühlkörperteils 7. Auf diese Weise kann bei einer entsprechenden Anordnung und Ausbildung der Kanäle 15 ein im Wesentlichen konstanter Wärmeübergangswiderstand in der Kontaktfläche der beiden Kühlkörperteile 7 und 9 – zumindest entlang von Linien parallel zur Längsrichtung der Rippen – erreicht werden. Ein derart ausgebildeter mittlerer Bereich 17 hat zudem den Vorteil, dass er aus einem hochgenau und kostengünstigen Strangprofil hergestellt werden kann. Dies gilt auch für das erste Kühlkörperteil 7.

Der in den Fig. 1 bzw. 2 erkennbare, sich an den beiden Enden des mittleren Bereichs des zweiten Kühlkörperteils 9 jeweils anschließende Endbereich 19 bzw. 21, kann hinsichtlich der Außenkontur identisch wie der mittlere Bereich 17 ausgebildet sein. Im Inneren der Endbereiche 19, 21 ist jedoch jeweils eine Sammelkammer (nicht dargestellt) vorgesehen, welche jeweils mit den Kanälen 15 verbunden ist. Die Bereiche 17, 19, 21 können selbstverständlich einstückig ausgebildet sein. Beispielsweise kann ein

21.312

-11

Endbereich 19, 21 dadurch hergestellt werden, dass in den Endbereichen eines entsprechenden Strangprofils von beiden Seiten jeweils die inneren Wandungen zwischen den Kanälen 15 teilweise oder ganz entfernt, beispielsweise ausgefräst werden. Die beiderseitigen Öffnungen des Strangprofils können dann mit entsprechenden Deckeln verschlossen werden, beispielsweise durch Verlöten oder dergleichen.

An den Stirnseiten der Endbereiche 19, 21 sind ein Zulaufanschluss 23 für eine Zulaufleitung und ein Rücklaufanschluss 25 für eine Rücklaufleitung vorgesehen. Das Kühlmedium wird bei der gegebenen (ausreichend niedrigen) Temperatur mit einem für die Kühlung ausreichenden Massenstrom über die Zulaufleitung der Kühlvorrichtung 1 zugeführt und über die Rücklaufleitung abgeführt.

Die Montage des ersten Kühlkörperteils 7 auf dem elektronischen Bauelement 3 kann in üblicher Weise mittels einer geeigneten Verschraubung oder mittels Klammern oder anderen geeigneten Verbindungsmitteln erfolgen. Selbstverständlich kann das erste Kühlkörperteil hierzu beispielsweise seitlich angeordnete Befestigungsmittel aufweisen, die auch seitlich über die Oberfläche des Bauelements 3 hinausragen können. Das Fixieren des ersten Kühlkörperteils 7 auf dem Bauelement 3 kann gegenüber der Platine 5 oder einem nicht dargestellten Gehäuse einer Elektronikkomponente 27 (Fig. 3) erfolgen, in welcher die Platine 3 angeordnet ist. Das erste Kühlkörperteil 7 kann jedoch auch unlösbar mit dem Bauelement 3 verbunden sein, beispielsweise durch Verkleben mit einem wärmeleitenden Klebstoff, oder sogar einstückig mit dem Gehäuse des Bauelements 7 ausgebildet sein.

Auch die Verbindung des zweiten Kühlkörperteils 9 mit dem ersten Kühlkörperteil 7 kann mittels geeigneter, jedoch in jedem Fall lösbarer Verbindungsmittel erfolgen, beispielsweise durch Verschrauben, mittels Fixierklammern oder dergleichen. Das Anpressen des Kühlkörperteils 9 auf das Kühlkörperteil 7 mit ausreichendem Druck kann auch durch das Aufsetzen und Anpressen eines Gehäuseteils eines Gehäuses einer

21.312

12

Elektronikkomponente 27 erfolgen, in welchem die Platine 5 mit dem zu kühlenden Bauelement 3 und der darauf angeordneten Kühlvorrichtung 1 enthalten ist.

5 Durch diese spezielle Ausbildung der Kühlvorrichtung ergibt sich der Vorteil, dass das als eigentlicher Kühlkörper wirkende zweite Kühlkörperenteil 9 vom ersten Kühlkörperenteil 7 gelöst werden kann, ohne dass die mechanisch empfindliche thermische Schnittstelle zwischen dem zu kühlenden Bauelement 3 und dem ersten Kühlkörperenteil gelöst werden muss.

10 Fig. 3 zeigt schematisch ein Rack 29 in Seitenansicht, in dem eine Mehrzahl von Elektronikkomponenten 27, beispielsweise Server für eine größere EDV-Anlage, aufgenommen werden können. Aus Gründen der Einfachheit wurden in Fig. 3 lediglich zwei Elektronikkomponenten 27 eingezeichnet.

15 Jede der Elektronikkomponenten kann ein oder mehrere zu kühlende Bauelemente 3 aufweisen, die mit einer Kühlvorrichtung 1 nach der Erfindung gekühlt werden. Selbstverständlich kann die übrige von einer Elektronikkomponente 27 erzeugte Verlustwärme in herkömmlicher Weise mittels Lüftern in das Innere des Racks 29 und von da an die Umgebung abgegeben werden.

20 Zur Versorgung der Kühlvorrichtungen 1 mit einem Kühlmedium kann, wie in Fig. 3 dargestellt, im Rack ein Leitungssystem angeordnet sein, welches das Kühlmedium von einem zentralen Zulaufanschluss 31 des Racks 29 den Zulaufanschlüssen 23 der einzelnen Kühlvorrichtungen 1 zuführt und von den Rücklaufanschlüssen 25 der einzelnen  
25 Kühlvorrichtungen 1 einem zentralen Rücklaufanschluss 33 des Racks 29 zuführt. Das Kühlmedium kann dem zentralen Zulaufanschluss 31 des Racks 29 von einer zentralen Kühleinrichtung (nicht dargestellt) zugeführt und vom zentralen Rücklaufanschluss 33 des Racks 29 wieder an diese zurückgeführt werden.

Selbstverständlich ist es nicht zwingend notwendig, alle Kühlvorrichtungen 1 einzeln parallel zwischen den zentralen Zulauf und den zentralen Rücklauf des Racks 29 zu schalten. Vielmehr können auch mehrere oder alle Kühlvorrichtungen 1 in Reihe geschaltet werden, wenn die Temperatur des Kühlmediums nach dem Verlassen der jeweils vorgeschalteten Kühlvorrichtung 1 und der jeweilige Massenstrom des Kühlmediums dies zulassen. Insbesondere können für den Fall, dass in einer Elektronikkomponente mehrere Kühlvorrichtungen 1 vorgesehen sind, diese Kühlvorrichtungen in Reihe geschaltet werden.

Wie in Fig. 3 dargestellt, kann das im Rack angeordnete Leitungssystem eine Zulaufsteigleitung 35 umfassen, welche das Kühlmedium vom zentralen Zulaufanschluss 31 des Racks 29 zu einzelnen Anschlüssen 39 führt, welche jeweils mit einem Zulaufanschluss 23 einer Kühlvorrichtung 1 verbunden bzw. verbindbar sind. Die Zulaufsteigleitung kann aus einer starren, fest mit dem Rack verbundenen Leitung bestehen. Die Leitungen zwischen den Anschlüssen 39 und dem jeweiligen Zulaufanschluss 23 der betreffenden Kühlvorrichtung 1 kann flexibel ausgebildet sein und erforderlichenfalls eine ausreichende Überlänge aufweisen. Dies ermöglicht das Herausziehen der betreffenden Elektronikkomponente 27 aus dem Rack, beispielsweise um dessen Gehäuse zu öffnen und Reparaturen vorzunehmen oder Komponenten auszutauschen, ohne dass die Kühlvorrichtung(en) 1 der Elektronikkomponente vom übrigen Leitungssystem getrennt werden müssen.

In gleicher Weise kann eine analog ausgebildete Rücklaufsteigleitung 37 vorgesehen sein, die ebenfalls Anschlüsse 39 für Verbindungsleitungen zwischen den Rücklaufanschlüssen 25 jeweils einer Kühlvorrichtung 1 und der Rücklaufsteigleitung 37 besitzt. Auch diese Verbindungsleitungen können flexibel sein und eine ausreichende Überlänge aufweisen.



21.312

14

In einer anderen, nicht dargestellten Ausführungsform kann auch im Rack selbst ein zentraler Wärmetauscher bzw. eine Einrichtung zur Abfuhr der vom Kühlmedium aufgenommenen Wärmeenergie an die Umgebungsluft vorgesehen sein.

- 5 Auch diese Ausführungsform kann zentrale Steigleitungen für den Zulauf und den Rücklauf entsprechend Fig. 3 aufweisen. Die Anschlüsse für den zentralen Zulauf und den zentralen Rücklauf müssen dann jedoch nicht nach außen geführt sein, sondern können mit dem zentralen Wärmetauscher bzw. der Einrichtung zur Abfuhr der vom Kühlmedium aufgenommenen Wärmeenergie verbunden sein.

- 10 Ein derart ausgebildetes Rack bietet den Vorteil, dass ein Austausch einer gesamten Elektronikkomponente möglich ist, ohne dass die Kühlvorrichtung vom Kühlkreislauf getrennt werden müsste. Es muss lediglich das bzw. jedes zweite Kühlkörperenteil 9 vom betreffenden ersten Kühlkörperenteil 7 gelöst werden. Die Austauschkomponente, die bereits das bzw. die vormontierten ersten Kühlkörperenteile 7 aufweist, kann dann einfach  
15 in das Rack eingeschoben werden. Es müssen lediglich die zweiten Kühlkörperenteile 9 wieder mit den betreffenden ersten Kühlkörperenteilen 7 verbunden werden. Es besteht keine Gefahr, dass durch ein Auftrennen einer Leitung für das Kühlmedium an der Koppelstelle Kühlmedium austritt und hierdurch eine oder mehrere Elektronikkomponenten beschädigt werden. Hierdurch kann insbesondere ein sehr sicheres hot plugging  
20 von Elektronikkomponenten gewährleistet werden.

21.312

15

## Patentansprüche

5 1. Kühlvorrichtung für ein elektronisches Bauelement, insbesondere für einen Mikroprozessor,

- 10 a) mit einem Kühlkörper (7, 9), welcher derart mit dem zu kühlenden elektronischen Bauelement (3) verbindbar ist, dass die von dem elektronischen Bauelement (3) erzeugte Verlustwärme über eine thermische Schnittstelle des elektronischen Bauelements auf den Kühlkörper (7, 9) übergeht und abtransportiert wird,

dadurch gekennzeichnet,

15

- b) dass der Kühlkörper (7, 9) ein erstes Kühlkörperteil (7) umfasst, welches zur Verbindung mit dem elektronischen Bauelement (3) ausgebildet ist, und

20

- c) dass der Kühlkörper (7, 9) ein zweites Kühlkörperteil (9) umfasst, welches lösbar mit dem ersten Kühlkörperteil (7) derart verbunden ist, dass ein geringer Wärmeübergangswiderstand gegeben ist, wobei zumindest der überwiegende Teil der Verlustwärme über das zweite Kühlkörperteil (9) an ein Kühlmedium abgegeben wird.

25

2. Kühlvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Kühlkörperteil (9) wenigstens einen Kanal (15) aufweist, der von einem flüssigen Kühlmedium, beispielsweise Wasser, durchströmt wird und dass am zweiten Kühlkörperteil (9) ein Zulaufanschluss (23) und ein Rücklaufanschluss (25) vorgesehen sind, die mit dem wenigstens einen Kanal (15) verbunden sind.

30

21.312

16

3. Kühlvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Kühlkörperteil (7) eine Kontaktfläche zur thermischen Verbindung mit dem zweiten Kühlkörperteil (9) umfasst, welche eine Struktur (11) zur Vergrößerung der Kontaktfläche aufweist, wobei die Kontaktfläche des ersten Kühlkörperteils (7) mit einer komplementär ausgebildeten Kontaktfläche des zweiten Kühlkörperteils (9) zusammenwirkt.
4. Kühlvorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Strukturen als Rippen (11, 13) mit schrägen, vorzugsweise ebenen Flanken ausgebildet sind, vorzugsweise einen trapezförmigem Querschnitt aufweisen.
5. Kühlvorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest in den Rippen (13) der Kontaktfläche des zweiten Kühlkörperteils (9) Kanäle (15) für das Kühlmedium vorgesehen sind.
6. Kühlvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zweite Kühlkörperteil (9) im Bereich des Zulaufanschlusses (23) und/oder des Rücklaufanschlusses (25) eine Sammelkammer aufweist, von der aus sich mehrere Kanäle (15) für das Kühlmedium verzweigen oder in diese münden.
7. Kühlvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zweite Kühlkörperteil (9) in zumindest einer Richtung bezogen auf die Kontaktfläche mit dem ersten Kühlkörperteil (7) größere Abmessungen als das erste Kühlkörperteil (7) aufweist und dass das zweite Kühlkörperteil (9) so ausgebildet ist, dass mittels des Kühlmitteldurchflusses durch den wenigstens einen Kanal (15) in der Kontaktfläche mit dem ersten Kühlkörperteil eine bezogen auf die Kontaktfläche im Wesentlichen gleichmäßige Wärmeableitung möglich ist.

21.312

17.

8. Kühlvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Kühlkörperteil (7) als Heatpipe ausgebildet ist.
9. Rack zur Aufnahme mehrerer Elektronikkomponenten, wie Server für Datenver-  
arbeitungsanlagen,
- a) wobei auf mehreren Elektronikkomponenten (27) wenigstens ein zu kühlen-  
des elektronisches Bauelement (3) angeordnet ist,
- dadurch gekennzeichnet**,
- b) dass die zu kühlenden elektronischen Bauelemente (3) jeweils mit einer  
Kühlvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 5  
ausgestüstet sind, welche als mit einem flüssigen Medium durchströmte  
Kühlvorrichtungen ausgebildet ist.
10. Rack nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweiten Kühlkörper-  
teile (9) der Kühlvorrichtungen (1) mit ihren Zulauf- (23) und Rücklaufanschlüs-  
sen (25) mit einem oder mehreren zentralen Kühlmittelreservoirs oder einem o-  
der mehreren zentralen Wärmetauschern verbunden sind, über welche dem Kühl-  
medium Wärme entzogen wird.
11. Rack nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das eine oder die mehre-  
ren zentralen Kühlmittelreservoirs oder der eine oder die mehreren zentralen  
Wärmetauscher im oder am Rack (29) angeordnet sind.
12. Rack nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Rack (29) ein Lei-  
tungssystem vorgesehen ist, welches die Zulaufanschlüsse (23) der Kühlvorrich-  
tungen (1) mit einem oder mehreren zentralen Zulaufanschlüssen (31) des Racks

21.312

18

(29) und die Rücklaufanschlüsse (25) der Kühlvorrichtungen (1) mit einem oder mehreren zentralen Rücklaufanschlüssen (33) des Racks (29) verbindet.

- 5 13. Rack nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass im Rack (29) wenigstens eine fest im Rack (29) angeordnete, vorzugsweise starre Zulauf-Steigleitung (35) vorgesehen ist, welche mehrere Anschlüsse (39) für vorzugsweise flexible Verbindungsleitungen von jeweils einem Anschluss (39) zu einem Zulaufanschluss (23) eines zweiten Kühlkörperteils (9) einer Kühlvorrichtung (1) aufweist, und dass im Rack (29) wenigstens eine fest im Rack (29) angeordnete, vorzugsweise starre Rücklauf-Steigleitung (37) vorgesehen ist, welche mehrere Anschlüsse (39) für vorzugsweise flexible Verbindungsleitungen von jeweils einem Anschluss (39) zu einem Rücklaufanschluss (25) eines zweiten Kühlkörperteils (9) einer Kühlvorrichtung (1) aufweist.

15

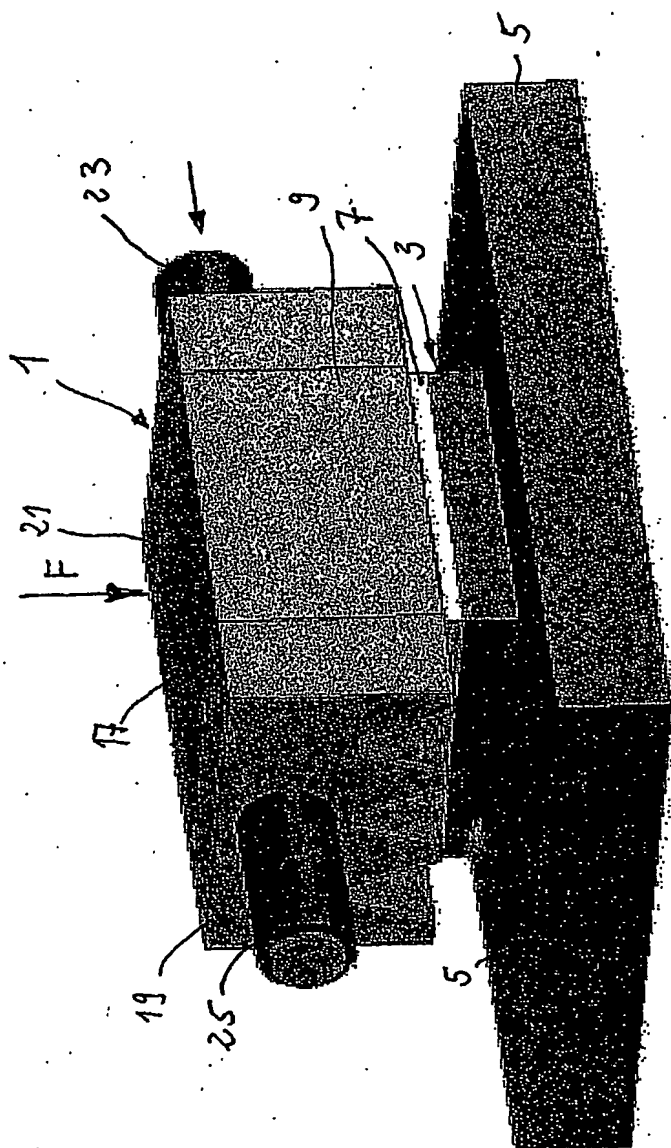


Fig. 1

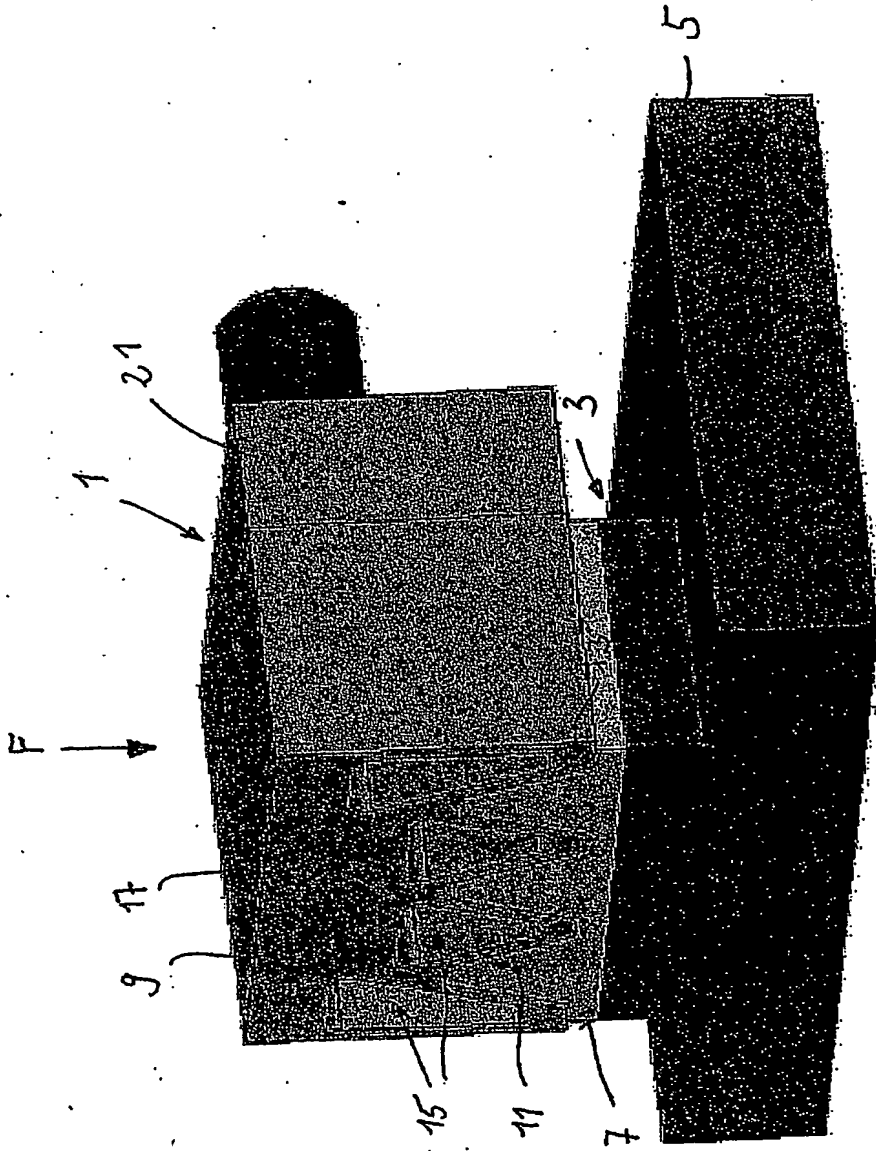
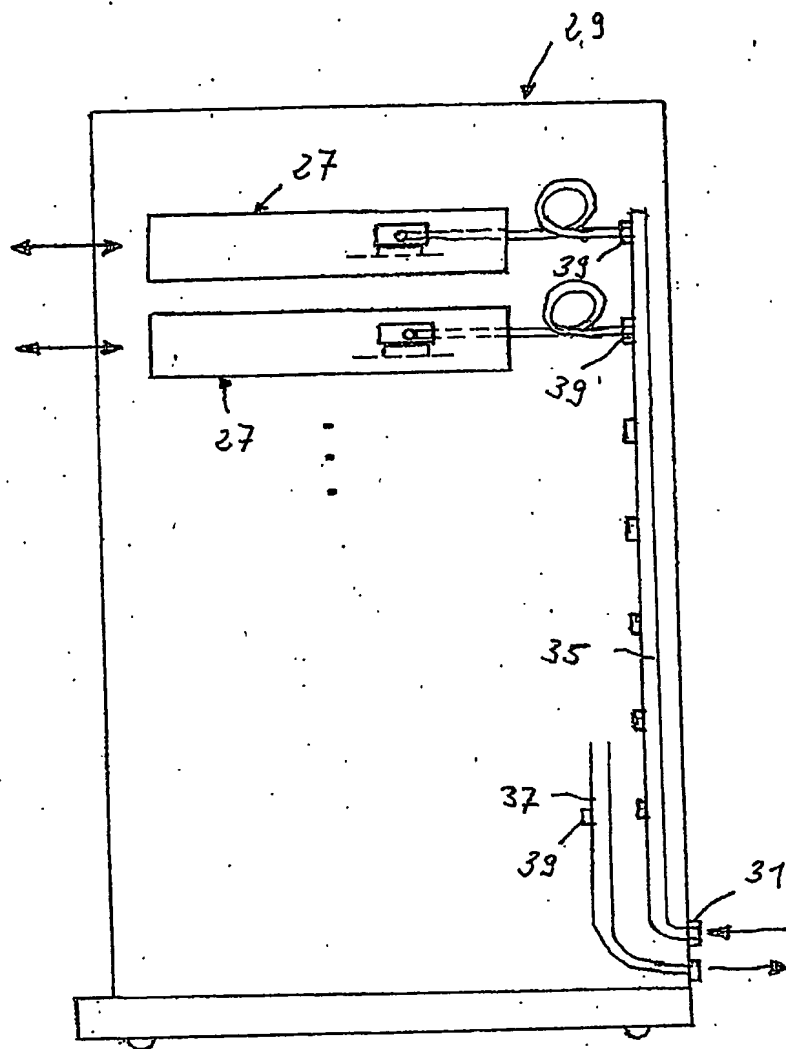


Fig. 2





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**